



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та природокористування

Навчально-науковий інститут автоматики, кібернетики та
обчислювальної техніки

Кафедра автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих
технологій

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з науково-педагогічної,
методичної та виховної роботи



_____ О.А. Лагоднюк
«_____» _____ 20____ р.
Національний університет
водного господарства
та природокористування

04-03-88

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Program of the Discipline

«Телемеханіка в енергетиці»

TELEMECHANICS IN POWER ENGINEERING

спеціальність
speciality

141 - Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка

141 - Electrical power engineering,
electrotechnics and electromechanics

спеціалізація
specialization

Рівне – 2018



Робоча програма з дисципліни «Телемеханіка в енергетиці» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». – Рівне: НУВГП, 2018. – 12с.

Розробник: Василюк С.В., докт. техн. наук, доцент, професор кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Протокол від 04 вересня 2018 р. № 1.

Завідувач кафедри

д.т.н., проф. Древецький В.В.

Схвалено науково-методичною комісією за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Протокол від 04 вересня 2018 р. № 1.

Голова науково-методичної комісії

д.т.н., доц. Василюк С.В.



ВСТУП

Робоча програма навчальної дисципліни «Телемеханіка в енергетиці» розроблена на підставі освітньо-професійної програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (затверджена вченою радою НУВГП 29.06.2017р., пр. №6), тимчасового стандарту вищої освіти (затверджений вченою радою НУВГП 13.12.2016р., пр. №11) та навчального плану підготовки фахівців за другим (магістерським) рівнем вищої освіти спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (затверджений вченою радою НУВГП 29.06.2017р., пр. №6). Вивченню дисципліни передують отримання компетентностей з дисципліни «Мікропроцесорні системи управління та захисту в енергетиці». Дисципліна «Телемеханіка в енергетиці» є основою для оволодіння компетентностями з дисципліни «Протиаварійна автоматика», проходження науково-дослідної практики, написання кваліфікаційної магістерської роботи.

Анотація

В результаті вивчення дисципліни «Телемеханіка в енергетиці» здобувачі вищої освіти за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» мають оволодіти наступними компетентностями: здатність готувати технічні завдання на розроблення проектних рішень, виконувати проектні і конструкторські роботи під час розроблення проектів комплексів і систем захисту, автоматики, інформаційного забезпечення та управління виробництвом, передачею та розподілом електроенергії з використанням сучасних інформаційних технологій та програмних середовищ, брати участь у розгляді різної технічної документації, готувати необхідні огляди, відгуки, висновки.

Ключові слова: промислова мережа, інтерфейс, шлюз, концентратор, обмін даними.

Abstract

Graduates of specialty 141 "Electrical power engineering, electrotechnics and electromechanics", as a result of discipline "Telemechanics in power engineering" studying, must master the following competencies: the ability to prepare technical tasks for the development of design decisions, to carry out design and engineering work during the development of projects of complexes and protection systems, automation, information provision and management of production, transmission and distribution of electricity using modern information technologies and software environments, to participate in consideration of various technical documentation, prepare the necessary reviews, conclusions.

Key words: industrial network, interface, gateway, hub, data exchange.



1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів – 7	Галузь знань 14 - Електрична інженерія	Нормативна	
Модулів - 1	Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»	Рік підготовки:	
Змістовних модулів – 4		1-й	1-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання: _____	Спеціалізація _____	Семестр	
Загальна кількість годин - 210		2-й	2-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4,8 самостійної роботи студента – 9,2	Рівень вищої освіти: магістр	Лекції	
		36 год.	2 год.
		Практичні, семінарські	
		8 год	4 год
		Лабораторні	
		28 год.	8 год.
		Самостійна робота	
		138 год.	196 год.
		Індивідуальне завдання:	
		Вид контролю:	
		д.зал.	д.зал.

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 35% до 65%

для заочної форми навчання – 7% до 93%



2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є вивчення сучасних протоколів обміну даних та промислових мереж, що застосовуються у складі електроенергетичних об'єктів.

Завдання:

- вивчити промислові мережі, що застосовуються в електроенергетичній галузі;
- вивчити мови програмування ПЛК;
- вміти проектувати системи телемеханіки для електричних мереж та систем;
- засвоїти основні методи захисту телемеханічних мереж від перешкод;
- вивчити сучасні засоби віддаленої передачі інформації.

В результаті вивчення даного курсу **студент повинен:**

знати:

- особливості побудови телемеханічних мереж для об'єктів електроенергетики;
- умови експлуатації промислового телекомунікаційного обладнання;
- характеристики сучасних протоколів обміну даних.

вміти:

- використовувати знання в галузі електроенергетики для побудови телекомунікаційних мереж;
- вміти писати програми для ПЛК у складі систем телемеханіки;
- використовувати знання й практичні навички для пошуку проблем у телекомунікаційних системах.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1 – Промислові інтерфейси

Тема 1. Промислові мережі, що застосовуються в електроенергетичній галузі.

Визначення телемеханіки. Історія розвитку телемеханічних пристроїв. Класифікація систем телемеханіки, що застосовуються в електроенергетичній галузі. Приклади типових телемеханічних систем.

Тема 2. Модель OSI.

Загальне визначення. Фізичний рівень. Канальний рівень. Мережевий рівень. Транспортний рівень. Сеансовий рівень. Рівень представлення. Прикладний рівень. Переваги та недоліки моделі OSI.

Тема 3. Інтерфейси RS-232, RS-485, RS-422.

Принципи побудови. Стандартні параметри. Узгодження ліній з передавачем та приймачем. Топологія мережі на основі RS-485. Інтерфейси RS-232, RS-422.

Тема 4. Інтерфейс «струмова петля». HART-протокол. CAN

Область застосування інтерфейсу «струмова петля», особливості роботи. Специфікація HART-протоколу. WirelessHART. Фізичний та



канальний рівень CAN. Топологія мережі CAN. Область застосування CAN. Протоколи високого рівня для CAN.

Змістовий модуль 2 – Промислові мережі

Тема 5. Мережі PROFIBUS

Структура промислової мережі з використанням PROFIBUS. Характеристики і сфера застосування. Реалізація фізичного рівня PROFIBUS DP. Організація електричної передачі і оптичної передачі. Архітектура протоколів і профілі PROFIBUS. Рівні PROFIBUS DP. Реалізація канального рівня. Діагностика і конфігурація пристроїв по шині PROFIBUS. Введення в систему АСУЕ даних з типових датчиків. Управління виконавчими механізмами за допомогою PROFIBUS.

Тема 6. Мережі Modbus

Історія Modbus. Основні характеристики. Категорії кодів функцій. Модель даних. Стандартні функції протоколу Modbus. Читання даних. Запис одного значення. Запис декількох значень. Контроль помилок у протоколі Modbus RTU. RTU фрейм. Логічні помилки. Стандартні коди помилок.

Тема 7. Промисловий Ethernet

Основні завдання промислового Ethernet. Вимоги до обладнання. Канали зв'язку. Канали зв'язку на основі витих пар. Канали зв'язку на основі промислових витих пар. Оптичні канали зв'язку. Бездротові канали зв'язку. Комбіновані системи. Приклади реалізації промислового Ethernet: EtherCAT (Ethernet for Control Automation Technology), Profinet, Modbus TCP, Ethernet Powerlink.

Тема 8. Безпроводні локальні мережі.

Проблеми безпроводних мереж та шляхи їх розв'язання. Bluetooth. ZigBee та IEEE 802.15.4. Wi-Fi та IEEE 802.11. Порівняння безпроводних мереж.

Змістовий модуль 3– Мережеве обладнання систем телемеханіки

Тема 9. Мережеве обладнання.

Повторювачі інтерфейсу. Концентратори (хаби). Перетворювачі інтерфейсу. Адресовані перетворювачі інтерфейсу. Міжмережеві шлюзи. Кабелі для промислових мереж.

Тема 10. Захист від перешкод

Характеристики перешкод. Перешкоди з мережі електропостачання. Блискавка. Статична електрика. Перешкоди через кондуктивні зв'язки. Електромагнітні перешкоди. Інші типи перешкод. Методи екранування та заземлення.

Змістовий модуль 4 – Технічне забезпечення розподілених систем телемеханіки електричних мереж та систем

Тема 11. Контролери для систем телемеханіки електроенергетичних об'єктів



Програмовані логічні контролери. Типи, архітектура, характеристики. ПЛК RHOENIX CONTACT.

Тема 12. Мови програмування ПЛК

Програмування ПЛК на мовах FBD, LD, IL, ST, SFC. Основні команди кожної мови програмування. Написання програм в середовищі PCWORX.

Тема 13. Цифрова підстанція

Структура цифрової підстанції (польовий рівень, рівень приєднань, стаціонарний рівень). Первинні датчики збору дискретної інформації і передачі команд керування, первинні датчики збору аналогової інформації. Інтелектуальні електронні пристрої керування і моніторингу. Термінали релейного захисту та локальної протиаварійної автоматики. Сервери верхнього рівня. АРМ персоналу підстанції.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	ср		л	п	лаб	інд	ср
Зм. модуль 1 - Промислові інтерфейси												
Тема 1. Промислові мережі, що застосовуються в електроенергетичній галузі.	12	2				10	17	2			15	
Тема 2. Модель OSI.	17	2	2	2		11	19		2	2	15	
Тема 3. Інтерфейси RS-232, RS-485, RS-422.	15	2		2		11	17			2	15	
Тема 4. Інтерфейс «струмова петля». HART-протокол. CAN	17	2	2	2		11	17		2		15	
Разом за зм. модулем 1	61	8	4	6		43	70	2	4	4	60	
Зм. модуль 2 – Промислові мережі												
Тема 5. Мережі PROFIBUS	17	4		2		11	17			2	15	
Тема 6. Мережі Modbus	16	4	2			10	15				15	
Тема 7. Промисловий Ethernet	19	4		4		11	17			2	15	
Тема 8. Безпроводні локальні мережі	14	2		2		10	15				15	
Разом за зм. модулем 2	66	14	2	8		42	64			4	60	
Зм. модуль 3 - Мережеве обладнання систем телемеханіки												
Тема 9. Мережеве обладнання.	16	2		4		10	15				15	
Тема 10. Захист від перешкод	16	2	2	2		10	15				15	
Разом за зм. модулем 3	32	4	2	6		20	30				30	
Зм. модуль 4 - Технічне забезпечення розподілених систем телемеханіки електричних мереж та систем												
Тема 11. Контролери для систем телемеханіки електроенергетичних об'єктів	15	2		2		11	15				15	
Тема 12. Мови програмування ПЛК	17	4		2		11	15				15	
Тема 13. Цифрова підстанція	19	4		4		11	16				16	
Разом за зм. модулем 3	51	10		8		33	46				46	
Усього годин	210	36	8	28		138	210	2	4	8		



5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Знайомство з конструкцією та улаштуванням лабораторного стенда PHOENIX CONTACT	2	2
2	Вивчення характеристик обладнання лабораторного стенда PHOENIX CONTACT	2	2
3	Вивчення типових схем підключення датчиків до мережі PROFIBUS DP.	2	
4	Вивчення типових схем підключення виконавчих механізмів до мережі PROFIBUS DP.	2	
	Разом	8	4

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Знайомство з середовищем програмування PCWORX для контролерів PHOENIX CONTACT	2	2
2	Створення найпростішого проекту в PCWORX на мові FBD	2	2
3	Створення проекту в PCWORX на мові LD	2	
4	Конфігурування датчиків та виконавчих механізмів в мережі PROFIBUS DP.	2	2
5	Програмування віддаленого опитування дискретних датчиків	4	2
6	Керування дискретними виконавчими механізмами	2	
7	Програмування контролю та керування аналоговими об'єктами системи телемеханіки PHOENIX CONTACT	4	
8	Діагностика датчиків та виконавчих механізмів в мережі PROFIBUS DP.	2	
9	Модифікація мережі при зміні типів датчиків або додаванні пристроїв введення-виведення	2	
10	Функціонування системи телемеханіки при порушенні цілісності промислової мережі обміну даними	2	
11	Розроблення автоматизованого робочого місця диспетчера підстанції	4	
	Разом	28	8



7. Самостійна робота

Самостійна робота є методом засвоєння студентом навчального матеріалу в час, вільний від обов'язкових навчальних занять. Самостійна робота студента над засвоєнням навчального матеріалу з навчальної дисципліни може виконуватися в бібліотеці, навчальних аудиторіях та в домашніх умовах.

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

46 годин – опрацювання лекційного матеріалу, в тому числі:

36 годин – опрацювання матеріалу, що викладався на лекціях;

10 годин – опрацювання окремих питань, які не викладалися на лекціях;

44 годин – підготовка до лабораторних робіт, в тому числі:

22 годин – вивчення методичних вказівок перед проведення лабораторної роботи;

22 годин – підготовка звітів з лабораторних робіт;

48 годин – підготовка до модульних контрольних робіт.

7.1 Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
Матеріал, що викладався на лекціях			
1	Промислові мережі, що застосовуються в електроенергетичній галузі.	2	4
2	Модель OSI.	2	4
3	Інтерфейси RS-232, RS-485, RS-422.	2	4
4	Інтерфейс «струмова петля». HART-протокол. CAN	2	4
5	Мережі PROFIBUS	2	4
6	Мережі Modbus	2	4
7	Промисловий Ethernet	2	4
8	Безпроводні локальні мережі.	2	4
9	Мережеве обладнання.	2	4
10	Захист від перешкод	2	4
11	Контролери для систем телемеханіки електроенергетичних об'єктів	2	4
12	Мови програмування ПЛК	2	4
13	Цифрова підстанція	2	4
	Разом	36	72
Питання, які не викладалися на лекціях			
1	Іскробезпека електричних кіл. Блоки іскрозахисту.	5	10
2	Апаратне резервування пристроїв телемеханіки та промислових мереж	5	10
	Разом	10	20



8. Методи навчання

Лекції читаються з використанням мультимедійних проекторів для демонстрації різноманітних схем, графіків діаграм, формул, технічних характеристик пристроїв, схем їх ввімкнення тощо. Під час лекцій проводиться дискусійне обговорення проблемних питань.

Лабораторні роботи виконуються з використанням лабораторних стендів PHOENIX CONTACT та програмного забезпечення PCWORX.

9. Методи контролю

Для визначення рівня засвоєння студентами навчального матеріалу використовуються такі методи оцінювання знань:

- оцінювання за виконання лабораторних робіт;
- опитування при захисті лабораторних робіт;
- оцінювання при поточному контролі;
- підсумковий екзамен.

Усі форми контролю включено до 100-бальної шкали оцінювання.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Основними критеріями, що характеризують рівень компетентності студента при оцінюванні результатів поточного та підсумкового контролів, є:

- виконання всіх видів навчальної роботи, передбачені робочою програмою навчальної дисципліни;
- глибина і характер знань навчального матеріалу за змістом навчальної дисципліни, що міститься в основних та додаткових рекомендованих літературних джерелах;
- вміння аналізувати явища, які вивчаються, у їх взаємозв'язку і розвитку;
- характер відповідей на поставлені питання (чіткість, лаконічність, логічність, послідовність тощо);
- вміння застосовувати теоретичні положення під час розв'язання практичних задач;
- вміння аналізувати достовірність одержаних результатів.

Оцінювання результатів поточної роботи (завдань, що виконуються на лабораторних заняттях, ІНДЗ, результати самостійної роботи студентів) проводиться за такими критеріями:

0% - завдання не виконано;

40% - завдання виконано частково та містить суттєві помилки методичного або розрахункового характеру;

60% - завдання виконано повністю, але містить суттєві помилки у розрахунках або в методиці;

80% - завдання виконано повністю і вчасно, проте містить окремі несуттєві недоліки (розмірності, висновки, оформлення тощо);

100% - завдання виконано правильно, вчасно і без зауважень.



Розподіл балів по темам для стаціонару:

Поточне тестування та самостійна робота													Сума
Зм. модуль 1				Зм. модуль 2				Зм. модуль 3		Зм. модуль 4			
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	
8	7	8	7	7	8	8	8	9	6	7	8	9	100

T1, ..., T13 – теми змістових модулів

Розподіл балів, що присвоюються студентам за видами робіт:

Форма навчальної діяльності	Вид контролю	Максимальна кількість балів за одне заняття (один звіт з л.р.)	Кількість занять (звітів з л.р.)	Сума балів	Разом за формами навч. діяльності
Лекції	Відвідування	0,5	18	9	9
Лабораторні роботи	Робота під час занять	0,5	14	7	31
	Захист звіту	2,18	11	24	
Поточний контроль №1					30
Поточний контроль №2					30
Заохочувальні бали за участь в науковій і проектній роботі, доповідь на конференції, стаття, участь в олімпіаді					до 10
Всього за курс					100

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою для диф. заліку	
90-100	відмінно	
82-89	добре	
74-81		
64-73	задовільно	
60-63		
35-59	незадовільно з можливістю повторного складання	
0-34	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	



11. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Телемеханіка в енергетиці», розміщені в університетській комп'ютерній мережі.

2. Конспект лекцій з курсу «Телемеханіка в енергетиці», розміщені в університетській комп'ютерній мережі.

12. Рекомендована література

Базова

1. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах: навч. посібник / Пупена О.М., Ельперін І.В., Луцька Н.М., Ладанюк А.П. – К.: Вид-во «Ліра-К», 2011. – 552 с.

2. Промислові мережі: теорія і практика застосування протоколів та інтерфейсів : навч. посібник / І. Г. Лисаченко [та ін.]; Харківський політехнічний ін-т, нац. техн. ун-т. - Харків : Підручник НТУ «ХПІ», 2016. - 176 с.

3. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. – М.: Горячая линия – Телеком, 2009. – 608 с.

4. Борисов А.М. Основы построения промышленных сетей автоматики. – Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2012. – 108 с.

5. Современная телеметрия в теории и на практике / Назаров А.В. и др. - СПб.: Наука и техника, 2007. — 627 с.

Допоміжна

1. Агуров П.В. Интерфейсы USB. Практика использования и программирования. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 576с.

2. Болл Стюарт Р. Аналоговые интерфейсы микроконтроллеров. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2007. – 360 с.

3. Редькин П.П. Микроконтроллеры Atmel архитектуры AVR32 семейства AT32UC3. Руководство пользователя. – М.: Техносфера, 2010. – 784 с.

4. Харазов В.Г. Интегрирование систем управления технологическими процессами. – СПб: Профессия, 2009. – 592 с.

13. Інформаційні ресурси

1 Блог Товарищества с ограниченной ответственностью «Институт автоматизации». – Режим доступа: <http://ains.kz/blog/>

2 Сайт компанії PHOENIX CONTACT. – Режим доступа: <https://www.phoenixcontact.com/>

3 Віртуальний тренажер ProjectProgrammer для програмування ПЛК. – Режим доступа: <http://www.iasu-nuft.pp.ua/virtualnij-trenazer-projectprogrammer>